



Best Available Copy

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-044796

(43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.Cl. H04S 1/00

G10H 1/00

G10K 15/12

H03H 17/00

H03H 21/00

H04R 5/033

(21)Application number : 2000-220876 (71)Applicant : YAMAHA CORP

(22)Date of filing : 21.07.2000 (72)Inventor : SEKINE SATOSHI

(54) SOUND IMAGE LOCALIZATION APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sound image localization apparatus capable of selecting and adjusting the effect in response to the arrangement of a musical instrument or the space for listening.

SOLUTION: The sound image localization apparatus comprises an input means for inputting musical sound signals, a plurality of first filter means for performing a convolution operation of the musical sound signals and outputting them on the basis of musical sound transfer characteristics in plurality of directions to both ears, and a second filter means for compensating the frequency characteristics of the musical sound signals output from the first filter means.

LEGAL STATUS [Date of request for examination] 29.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 06.07.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3624805

[Date of registration] 10.12.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2004-16292

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 05.08.2004

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any

damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Image stereotaxic instrument which has an input means to input a musical-sound signal, two or more 1st filter means to collapse, calculate and output said musical-sound signal by the musical-sound transfer characteristics from two or more directions to both lugs, and the 2nd filter means that amends the frequency characteristics of the musical-sound signal which said 1st filter means outputs.

[Claim 2] Furthermore, image stereotaxic instrument according to claim 1 which has an early reflected sound addition means to add an early reflected sound to said musical-sound signal, and the 3rd filter means for attenuating said early reflected sound.

[Claim 3] Furthermore, image stereotaxic instrument according to claim 1 or 2 which has a reverberation sound addition means to add a reverberation sound to said musical-sound signal.

[Claim 4] The image normal approach of having the input process which inputs a musical-sound signal, two or more 1st filter processes which collapse, calculate and output said musical-sound signal by the musical-sound transfer characteristics from two or more directions to both lugs, and the 2nd filter

process which amends the frequency characteristics of the musical-sound signal which said 1st filter means outputs.

[Claim 5] The medium which recorded the program for making a computer perform the image normal procedure have the input procedure which inputs a musical-sound signal, two or more 1st filter procedures which collapse, calculate and output said musical-sound signal by the musical-sound transfer characteristics from two or more directions to both lugs, and the 2nd filter procedure which amends the frequency characteristics of the musical-sound signal which said 1st filter means outputs.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the image stereotaxic instrument which orientates to a position the image of the musical sound which electrohone and audio equipment output.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since electrohone and audio equipment increase

the presence of the musical sound to output, they are controlling sound volume, output timing, etc. of a loudspeaker of plurality (right and left) so that a listener can imagine, as pronounced from the point that space has musical sound. "A certain point" of this space is called virtual pronunciation location, and the imagination space field (location location of an imagination musical instrument) imagined as musical sound is pronounced is called image.

[0003] He is trying for stereo headphone common now to orientate the image of the musical sound by supplying musical sound with the sound volume of the balance beforehand decided to be a right-and-left loudspeaker.

[0004] Since a listener's head is equipped with headphone, when a listener moves the head, the loudspeaker of headphone will also follow and move to this, and an image will also move only by the above-mentioned control together. Since it corresponds to this, the headphone system from which the location of an image does not change even if it moves the head is proposed by detecting that the listener moved the head and controlling the musical-sound property outputted to a right-and-left loudspeaker (JP,4-44500,A etc.).

[0005] Moreover, the image stereotaxic instrument using an FIR filter is also proposed (JP,10-23600,A).

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the above-mentioned headphone

system, the filter for the object for left ears and right ears was prepared, respectively, and since control of reading the parameter of the response characteristic corresponding to the sense according to the sense of headphone, and setting it as the above-mentioned filter was performed, the parameter corresponding to many virtual pronunciation locations needed to be memorized in parameter memory. For this reason, if it did not have big parameter memory, whenever it could not orientate an image to accuracy and the listener moved the head, there was a fault that read-out of a parameter had to be done again.

[0007] Moreover, in the above-mentioned image stereotaxic instrument, it was difficult to acquire the optimal normal for an unspecified listening person, and the difference of the effectiveness by the class and property of headphone was large. Furthermore, image normal and reverberation were systematically uncontrollable.

[0008] This invention aims at offering musical instrument arrangement and the image stereotaxic instrument which can carry out selection adjustment of the effectiveness according to listening space.

[0009] Furthermore, this invention aims at offering a listening person and the image stereotaxic instrument which can adjust a feeling of normal for every class of headphone.

[0010]

[Means for Solving the Problem] According to one viewpoint of this invention, the image stereotaxic instrument has an input means to input a musical-sound signal, two or more 1st filter means to collapse, calculate and output said musical-sound signal by the musical-sound transfer characteristics from two or more directions to both lugs, and the 2nd filter means that amends the frequency characteristics of the musical-sound signal which said 1st filter means outputs.

[0011]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is drawing showing the headphone structure of a system which is the 1st example of this invention. This headphone system supplies the musical-sound signal which the electrophone 1 which is a sound source generated to the headphone 3 of a stereo through the image normal section 2. The bearing sensor 4 is formed in the crowning of headphone 3, and it can detect which direction the listener who wears headphone 3, i.e., these headphone, by this bearing sensor 4 has turned to. The content of detection of this bearing sensor 4 is inputted into the multiplier generating section 5. Moreover, an input device 6 and setup keys 7, such as a joy stick, are connected to this multiplier generating section 5. An input unit 6 is used in order to specify the virtual pronunciation location of the musical sound which electrophone 1 generates. This virtual pronunciation location does not receive the headphone 3 which are worn on a listener and move, and is set up as a relative

absolute location in that space. Moreover, a setup key 7 is a carbon button for setting up the bearing (include angle which makes north 0 times), when a transverse plane is turned to to the virtual wall surface 8 which the listener putting on headphone 3 mentions later. In addition, corresponding to these handlers, transverse-plane bearing register 5a and virtual pronunciation location register 5b are set to the multiplier generating section 5.

[0012] Drawing 2 is drawing explaining the image normal method of the headphone system of the 1st example. Drawing 3 is drawing showing the configuration of said image normal section 2 by the 1st example. In drawing 3, the image normal section 2 equips juxtaposition with the FIR filter 15 (15L, 15R) of eight channels.

[0013] These eight channels Ch1-Ch8 correspond in the direction of ** of drawing 2 (A) - **, respectively. That is, the FIR filters 15L and 15R of Ch1 are FIR filters which collapse and calculate a musical-sound signal by the transfer characteristics (head sound transfer function: HRTF) of the musical sound from the direction (location) of ** of drawing 2 (A) to a left ear and a right ear, respectively.

[0014] Similarly, it is the FIR filter with which the FIR filter of Ch2-Ch8 also collapses and calculates a musical-sound signal by the musical-sound transfer characteristics from the direction of ** of drawing 2 (A) - ** to right-and-left both

lugs. Thus, ** of drawing 2 (A) - ** will also change the sense of this ** - ** according to it, if the direction over a listener's transverse plane 3, i.e., headphone, is shown and a listener changes the sense of the head.

[0015] On the other hand, said input unit 6 is a handler for setting up the virtual pronunciation location of the musical sound which electrophone 1 generates as mentioned above. A virtual pronunciation location is expressed with x and the y-coordinate to which it orientates to one on the virtual wall surface 8 which is in the distance of z0 from headphone 3, and the coordinate on this flat surface 8 makes the intersection of the perpendicular from headphone 3 a zero at drawing 2 (B).

[0016] If said input unit 6 is operated to the right sense, the x-coordinate of said virtual pronunciation location will increase, and if it is operated to the left sense, the x-coordinate of said virtual pronunciation location will decrease. Moreover, if an input unit 6 is operated upward, the y-coordinate of said virtual pronunciation location will increase, and if it is operated downward, the y-coordinate of said virtual pronunciation location will decrease.

[0017] In drawing 2 (A), the virtual pronunciation location of musical sound is set as the point 9 on the imagination wall surface 8, and supposing headphone 3 are the sense of a graphic display, the direction of a virtual pronunciation location will serve as an include angle of α_1 , α_2 , α_5 , and α_6 to **, **, **, and

** among direction [of said bases] ** - **. Therefore, gain of the gain multipliers 12 and 13 of Ch1, Ch2, Ch5, and Ch6 of drawing 3 which is alike, respectively and mainly incorporates a direct sound (precedence sound) corresponding to these include angles α_1 , α_2 , α_5 , and α_6 is given. A point 9 can be made to orientate an image in headphone 3 by giving gain which mainly incorporates the early reflected sound (backward sound) from a wall surface etc. corresponding to the above-mentioned include angle to other channels.

[0018] It will continue orientating in the virtual pronunciation location 9 which is an absolute location [image / of musical sound] in space always since the gain corresponding to [although the include angle of a point 9 and headphone 3 will also change if the sense of headphone 3 changes, an include angle with the direction of bases is newly computed at this time, and] this is deduced, even if a headphone wearing person turns to which direction.

[0019] In addition, in drawing 2 (A), when an input unit 6 is operated and the virtual pronunciation location 9 is moved, according to this, the new include angles α_1 , α_2 , α_5 , and α_6 are computed, and normal moves.

[0020] Although this explanation explained only the case where a virtual pronunciation location was near the transverse plane of headphone 3 The gain which computes the include angles α_1 , α_4 , α_5 , and α_8 to Ch1, Ch4, Ch5, and Ch8, and corresponds when a virtual pronunciation location is

located on the left-hand side of headphone 3 is deduced. When a virtual pronunciation location is located on the right-hand side of headphone 3, the gain which computes the include angles α_2 , α_3 , α_6 , and α_7 to Ch2, Ch3, Ch6, and Ch7, and corresponds is deduced.

[0021] Moreover, the gain which computes the include angles α_3 , α_4 , α_7 , and α_8 to Ch3, Ch4, Ch7, and Ch8, and corresponds when a virtual pronunciation location is in the backside [headphone 3] is deduced. The gain which computes the include angles α_5 , α_6 , α_7 , and α_8 to Ch5, Ch6, Ch7, and Ch8, and corresponds when a virtual pronunciation location is in a headphone 3 upside is deduced. When a virtual pronunciation location is in the headphone 3 bottom, the gain which computes the include angles α_1 , α_2 , α_3 , and α_4 to Ch1, Ch2, Ch3, and Ch4, and corresponds is deduced.

[0022] In addition, although setting out of the virtual pronunciation location 9 only on the virtual wall surface 8 is enabled with this operation gestalt, you may enable it to set it as the point of the arbitration in space. In this case, it enables it to set up the coordinate of a three dimension for an input unit 6.

[0023] Moreover, the input device 6 of the virtual pronunciation location 9 may enable it to set a virtual pronunciation location as a graphic within the image of the wall surface which is not limited to a joy stick, and can use the handler which

carries out the direct input of the coordinate values, such as a ten key besides the handler which fluctuates a coordinate value similar to a joy stick relatively, a rotary encoder, a slider, etc., and is displayed on a monitor, or space. Moreover, you may enable it to set similarly as a graphic the configuration switch 7 which sets the direction which goes to the virtual wall surface 8.

[0024] The configuration of the image normal section 2 is explained with reference to drawing 3 . The image normal section 2 has A/D converter 10, a delay line 11, a band pass filter (BPF) 40, the gain multiplier 12, the gain multiplier 13, an adder 14, the FIR filter 15, the IIR filter 41, an adder 16, D/A converter 17, and amplifier 18.

[0025] The musical-sound signal inputted from electrohone 1 is changed into a digital signal by A/D converter 10. Electrohone 1 is a digital musical instrument, and as long as it outputs musical sound with a digital signal, this A/D converter 10 is skipped and you may make it input a signal into the direct delay line 11.

[0026] The delay line 11 consists of multistage shift registers, and carries out the sequential shift of the inputted digital musical-sound signal. Two taps are prepared in the location (register) of the arbitration of this delay line 11, and the signal (a precedence sound, backward sound) by which delay was carried out is taken out from these two taps (a precedence sound tap, backward sound tap).

[0027] A tap location is determined by the tap location multiplier inputted from

the multiplier generating section 5. The signal taken out from the tap near the input edge of a delay line 11 between two taps is called precedence sound, and the signal taken out from a tap far from an input edge is called backward sound. The precedence sound is equivalent to the direct sound, and the backward sound is equivalent to the early reflected sound.

[0028] A precedence sound is inputted into the gain multiplier 12 of Ch1-Ch8, and after a backward sound is inputted into BPF40, it is inputted into the gain multiplier 13 of Ch1-Ch8. The sense of distance of an image and a feeling of order can be taken out by setting up suitably the gain of two taps of a delay line 11, and the gain multipliers 12 and 13.

[0029] To the backward sound which is an early reflected sound, since attenuation by echo is imitated, BPF40 is formed.

[0030] For example, if spacing of a tap is shortened and a gap of a precedence sound and a backward sound is made small, a sense of distance becomes small, an image can be orientated to near, if a gap of a precedence sound and a backward sound is enlarged at reverse, a sense of distance becomes large and an image can be orientated in the distance. However, it is made for a gap of a precedence sound and a backward sound not to exceed 20ms. It is because it will be recognized by the listener as another sound if a gap exceeds 20ms.

[0031] Moreover, if the level difference (difference of the gain of the gain

multiplier 12 and the gain of the gain multiplier 13) of a precedence sound and a backward sound is enlarged, it will become easy to orientate an image ahead, and if the level difference of a precedence sound and a backward sound is made small, it will become easy to orientate an image back.

[0032] The gain of the gain multipliers 12 and 13 of Ch1-Ch8 is inputted from the multiplier generating section 5. The precedence sound signal and backward sound signal with which the multiplication of this gain was carried out are added by the adder 14, and are inputted into the FIR filter 15. One musical-sound signal is delayed and two signals, a precedence sound signal and a backward sound signal, are taken out for the same musical-sound signal being shifted and heard by minute time difference, and taking out between a sense of distance or order according to the level difference.

[0033] As for the FIR filter 15, two lines, filter 15for left ears L and filter 15R for right ears, are prepared in juxtaposition. FIR filter 15L of Ch1 simulates sound in case a left ear hears musical sound from the direction of ** of drawing 2 (A) with a head sound transfer function, and FIR filter 15R of Ch1 simulates sound in case a right ear hears musical sound from the direction of ** of drawing 2 (A) with a head sound transfer function. FIR filter 15L of Ch2-Ch8 and FIR filter 15R simulate transfer of the musical sound from the direction of ** - ** to right-and-left both lugs with a head sound transfer function similarly, respectively.

[0034] And when the direction of a virtual pronunciation location is the middle direction of direction of these bases ** - **, as shown in drawing 2 (A), the multiplier generating section 5 computes four directions which surround the direction of the virtual pronunciation location among the directions of ** - **, and the include angle to make, and gives the multiplier which determines the tap of the gain corresponding to the include angle, and a delay line 11 to the gain multipliers 12 and 13 and the delay line 11 of each channel. in addition, the logarithm of the gain given to the gain multipliers 12 and 13 of all above when not changing sound volume, even if the image normal location in headphone 3 changes -- although total value [-like] is 1, special effectiveness may be taken out by changing the sum total of gain with an image normal location.

[0035] Addition composition of the signal outputted from FIR filter 15L of each channel is carried out by adder 16L. Moreover, addition composition of the signal outputted from FIR filter 15R of each channel is carried out by adder 16R. These digital musical-sound signal by which addition composition was carried out is inputted into IIR filter 41L and IIR filter 41R, respectively.

[0036] The IIR filter 41 is a filter for amending the property of the digital musical-sound signal by which addition composition was carried out. Although the FIR filter prepared in the preceding paragraph has dramatically short response length, and it is in the inclination for a low-pass property to especially

differ from a desired thing since frequency resolution is coarse, the IIR filter 41 can amend the frequency characteristics.

[0037] Moreover, although there is individual difference in HRTF, each listener's taste and the difference (especially the vertical direction about a law admiration) in a normal property can be amended by using the IIR filter 41.

[0038] Drawing 12 is drawing showing change of the frequency characteristics at the time of using the IIR filter 41. When it lets the digital musical-sound signal which is shown by the drawing middle point line and by which addition composition was carried out pass in the IIR filter 41, as the arrow head of the drawing Nakagami sense shows it, while boosting the musical-sound signal of a high region and a low-pass frequency band, as a downward arrow head shows, dipping of the 8kHz part can be carried out. By making the musical-sound signal of a high region and a low-pass frequency band into a booth, taste doubling to frequency-characteristics compensation and each listener of headphone can be carried out. Moreover, by carrying out dipping of the 8kHz part, a normal property (especially the vertical direction about a law admiration) can be adjusted. Since dipping of a 8kHz cycle reduces the noise component based on people's head structure, it can improve a normal property.

[0039] In the example of drawing 12 , although the high region and low-pass frequency was boosted, the IIR filter 41 can also cut them into reverse. Moreover,

the frequency which carries out dipping is tuning not only 8kHz but this finely, and can amend the individual difference of HRTF.

[0040] The musical-sound signal amended with the IIR filter 41 is changed into an analog signal by D/A converter 17, and after being amplified with amplifier 18, it is outputted to headphone 3.

[0041] Drawing 4 is the external view of said headphone 3. Drawing 5 is the block diagram of the bearing sensor 4 attached in the crowning of headphone 3. The small loudspeaker is built in the addressing section to a lug of both headphone 3, and the analog musical-sound signal of the right and left outputted from said amplifier 18, respectively is inputted. And the bearing sensor 4 is formed in the crowning of an arch. The bearing sensor 4 is contained by the case 28 of a cylindrical shape, and as shown in drawing 5 (B), it consists of a compass 20 and photosensors 25, 26, and 27.

[0042] As shown in drawing 5 (A), a compass 20 contains the spherical magnet object 21 in the spherical transparence acrylic case 22, and fills up the clearance between this spherical magnet object 21 and the internal surface of the transparence acrylic case 22 with a liquid 23. This liquid 23 is transparent and colorless.

[0043] While it always maintains up Shimonoseki charge to gravity within a liquid 23, in order to point out north-south bearing, the spherical magnet object 21

contains tabular magnet 21a in the center section, and it has space 21c in the upper part, and it has weight 21b in the lower part.

[0044] However it may incline even if it becomes which sense, these compass 20 3, i.e., headphone, as shown in drawing 6 , a specific part will surely point out north with earth magnetism, and this spherical magnet object 21a will carry out a revolution splash within the transparence acrylic case 20 so that weight 21b may turn to the gravity direction.

[0045] In addition, it is spherical magnet floating [21] with the liquid 23 within the transparence acrylic case 22, and a revolution splash can be carried out within the transparence acrylic case 22 without friction.

[0046] As shown in drawing 7 , it is painted on the front face of the spherical magnet object 21 with the gradation of blue and red. As shown in this drawing (A) and (B), it is painted to blue gradation in the shape of circles of longitude so that the concentration may express bearing, and he is trying for blue concentration to become thin as it rotates with north -> east -> south -> west -> north.

[0047] That is, blue concentration (thinness) will express an azimuth (include angle of the clockwise rotation which makes north 0 times). As are shown in this drawing (C) and (D), and the concentration shows a tilt angle, it is painted to red gradation in the shape of a circle, and a part with high red concentration appears,

so that the transparence acrylic case 20 inclines downward.

[0048] Actually, this red gradation and blue gradation are made into the same spherical surface, and both colors are mixed.

[0049] As shown in drawing 5 (B), photosensors 25-27 are formed towards the side face of this compass 20. Photosensor 25 is a sensor which detects blue concentration, and photosensors 26 and 27 are sensors which detect red concentration. Photosensor 25 is turned to the side face of a compass 20 from the before [headphone 3] side, photosensor 26 is turned to the side face of a compass 20 from the right-hand side of headphone 3, and photosensor 27 is turned to the side face of a compass 20 from the backside [headphone 3].

[0050] Drawing 8 shows the configuration of each photosensors 25, 26, and 27. LED30 and a photodiode 32 are formed towards a compass 20, and the light filter which passes only a predetermined color is prepared in the front face of these LED30 and a photodiode 32. By the cell 31, continuation burning is carried out and LED30 is irradiating the front face of the spherical magnet object 21 of a compass 20. Moreover, when a photodiode 32 receives the reflected light of spherical magnet object 21 front face of light which the above LED 30 irradiated, resistance changes.

[0051] This photodiode 32 is connected to amplifier 33. Amplifier 33 amplifies the detection value of a photodiode 32, and inputs it into LPF34. LPF34 removes a

minute oscillating component among detection values, extracts only a motion of the head as actuation, and outputs it to the multiplier generating section 5.

[0052] When photosensor 25 detects the blue concentration of the spherical magnet object 21 of a compass 20 from a before side, based on the concentration detection value and the relation of an azimuth which are shown in drawing 9 (A), it is detectable which bearing these headphone 3 have turned to.

[0053] Moreover, photosensor 26 can detect how much headphone 3 lean to the right by detecting the red of the spherical magnet object 21 from a right lateral based on the relation of the concentration detection value and tilt angle (elevation angle) which are shown in drawing 9 (B).

[0054] Furthermore, photosensor 27 can detect whether headphone 3 have turned to the how much top by detecting the red of the spherical magnet object 21 from the backside based on the concentration detection value and the relation of an elevation angle which are shown in drawing 9 (B).

[0055] By inputting these contents of detection into the multiplier generating section 5, the multiplier generating section 5 can calculate in which direction and distance the virtual pronunciation location set up with the input unit 6 is, in view of headphone 3, computes the gain of the tap location of the delay line 11 for realizing this direction and distance in signal processing, and the gain multipliers 12 and 13 of Ch1-Ch8, and outputs it to the image normal section 2.

[0056] In addition, compared with other sensors, for example, gyroscope sensor etc., etc., there are the following advantages by having used the earth magnetism sensor as a bearing sensor in this way. Since neither gap nor an error arises even if it leans and turns a neck, the image normal stabilized even if used for the headphone of the electric piano which moves and performs the upper part of the body is realizable. Since earth magnetism is always stable, if a calibration (setting out of physical relationship) with the equipment used as sound sources, such as electrophone and an AV equipment, is taken once, it is not necessary to restart henceforth the time of the beginning of using, and in the middle of an activity, and it will become unnecessary to take a calibration until it moves equipment henceforth. Moreover, compared with other bearing sensors, such as a gyroscope, it is cheap.

[0057] In addition, the responsibility over mind can be adjusted by adjusting the viscosity of the liquid which has floated the bearing magnet. Moreover, a cable or wireless may be used for transmission in the multiplier generating section 5 of this content of detection. Although it uses a cell as a power source in carrying out on radio, a rechargeable battery is sufficient as the cell. For example, a charge function is prepared in the holder which hangs headphone, and while having put on the holder, you may make it charge. Moreover, when carrying out with a cable, transmission and reception of a signal and a power source can be carried out

through the audio cable of headphone.

[0058] Drawing 10 and drawing 11 are flow charts which show actuation of the above-mentioned multiplier generating section 5. In drawing 10, a start of actuation of this equipment initializes various registers first. Data of 0 times are inputted into transverse-plane bearing register 5a. That is, it is supposed that it is north suitable of the transverse plane (virtual wall surface 8) of headphone 3. And 0 and 0 are set to virtual pronunciation location register 5b as x and a y-coordinate. That is, it is set up as a virtual pronunciation location is located at the front of headphone 3. It stands by until there is ON (s2) of the after [this] setup key 7 or actuation (s3) of an input unit 6. If a setup key 7 is turned on (s2), bearing (detection value of photosensor 25) of the bearing sensor 4 at that time will be read (s4), and the bearing will be memorized to transverse-plane bearing register 5a (s5). On the other hand, actuation of an input device 6 rewrites x of virtual pronunciation location register 5b, and a y-coordinate according to the actuation (s6). That is, if the value of an x-coordinate will be fluctuated according to the actuation if an input unit 6 is operated by right and left, and an input unit 6 is operated up and down, the value of a y-coordinate will be fluctuated according to the actuation.

[0059] Drawing 11 is timer interrupt actuation. This actuation is normal position control actuation performed to dozens mses by 1 time of frequency. First, the

detection value of three photosensors 25, 26, and 27 built in the bearing sensor 4 is read (s11). And based on this detection value, the sense (bearing) and inclination of headphone 3 are detected (s12, s13). z0 of this data, transverse-plane bearing data, and a virtual source And based on x and a y-coordinate, the direction and distance over a virtual pronunciation location are computed (s14). The tap location of the gain given to each channel based on this direction and distance and a delay line 11 is determined (s15), and these are sent out to the image normal section 2 (s16).

[0060] In addition, you may make it compute dividing, such as gain and a tap location, using predetermined operation expression based on the computed direction and distance, it memorizes the multiplier corresponding to various direction and distance as a table, and you may make it read the suitable thing in it. Since the amount of data is very small compared with the table which memorized the transfer-characteristics parameter of the FIR filter corresponding to two or more distance and directions, even if this multiplier table is such, there is little memory space and it ends.

[0061] Next, the 2nd example of this invention is explained. Although headphone with a sensor were used and the virtual image location was set as eight places in the 1st above-mentioned example, it is difficult to constitute a cheap system from such a configuration. So, the 2nd example explains the case where a virtual

image location (virtual loudspeaker location) is set as four places, using the usual headphone. A listener assumes the case that the sense and the sense of headphone are almost fixed for a transverse plane.

[0062] Drawing 13 is a conceptual diagram showing the virtual loudspeaker location and the sound-source location VP in the image stereotaxic instrument of the 2nd example. In this example, SP4 is stationed from the virtual loudspeaker SP 1 to four places of the method of the left forward right, and the method of the left right rear. The direction of the sound-source location VP is determined from the virtual loudspeaker SP 1 of the perimeter of a head by level weighting between SPs4, as shown in drawing. Moreover, a fundamental tone and the sound delayed for number -about tenms are generated from point symmetry location VP' to the sound-source location VP and a listener location, and a feeling of normal is emphasized. Attenuation by echo is simulated by the sound from this point symmetry location VP' assuming the reflected sound from a wall surface, and minding the below-mentioned BPF.

[0063] The distance of the sound-source location VP is controlled by magnitude of the level difference of a direct sound (x), an early-reflected sound (y), and a reverberation sound (z), and the delay of the time of arrival. For example, if control of a level difference is controlled by the gain factor of the DSP parameter supplied to the below-mentioned multiplication section, and sets the gain factor

for early reflected sounds to a and the gain factor for reverberation sounds is set to b . When setting the distance of the sound-source location VP as near, when controlling so that the level of a direct sound becomes larger than the sum of the level of an early reflected sound and a reverberation sound, and the relation of $x > ay + bz$ is realized, and setting up the distance of the sound-source location VP in the distance, it controls so that the level of a direct sound may become smaller than the sum of the level of an early reflected sound and a reverberation sound and the relation of $x < ay + bz$ is realized.

[0064] Drawing 14 is a block diagram showing the basic configuration of the image stereotaxic instrument by the 2nd example.

[0065] A detector 52, a display circuit 53, RAM54, ROM55 and CPU56, external storage 57, the communication link interface 58, the sound-source circuit 59, and a timer 60 are connected to a bus 51.

[0066] A user can make an input, selection, etc. of the below-mentioned physical parameter and presetting using the handler (input means) 62 connected to a detector 52. If a handler 62 can output the signal according to a user's inputs, such as a rotary encoder, a slider, a mouse, a keyboard, a joy stick, and a switch, what kind of thing is sufficient as it. Moreover, two or more input means may be connected.

[0067] It connects with a display 63 and a display circuit 53 can display various

information, such as the below-mentioned physical parameter and a presetting number, on a display 63. Although it consists of a liquid crystal display (LCD), light emitting diode (LED), etc., as long as a display 63 can display various information, what kind of thing may be used for it.

[0068] External storage 57 is connected to a bus 51 through the interface including the interface for external storage. External storage 57 is for example, semiconductor memory, such as a flash memory, a floppy disk drive (FDD), a hard disk drive (HDD) and a magneto-optic-disk (MO) drive, a CD-ROM (compact disk-read only memory) drive, a DVD (Digital Versatile Disc) drive, etc.

The presetting which a user sets up can be saved at external storage 57.

[0069] RAM54 has the working area for CPU56 which memorizes a flag, a register or a buffer, various data, etc.

[0070] To ROM55, presetting data, a function table, various parameters, a control program, etc. are memorizable. In this case, there is no need of memorizing a program etc. to external storage 57 in piles. CPU56 performs operation or control according to ROM55 or the control program memorized by external storage 57.

[0071] It connects with the CPU56 ** bus 51, and a timer 60 directs a basic clock signal, interruption processing timing, etc. to CPU56.

[0072] The sound-source circuit 59 generates a musical-sound signal according

to the MIDI signal supplied, and outputs it outside. At this example, the sound-source circuit 59 consists of a wave ROM 64, wave read-out equipment 65, DSP (DIGITAL SOUNDFIELD PROCESSOR)66, and D/A converter (DAC) 67.

[0073] The wave readout system 65 reads the various tone waves of the sound source memorized by the wave ROM 64 by control of CPU56. DSP66 gives effectiveness, such as reverberation and normal, to the wave which the wave readout system 65 reads. By DSP66, DAC67 changes from a digital format to analog format, and outputs outside the wave to which various effectiveness was given. In addition, about the function of DSP66, it mentions later.

[0074] In addition, what kind of methods, such as not only the wave memory method of this example but FM method, a physical model method, a higher-harmonic composite system, a characteristic-frequency-region composite system, an analog synthesizer method of VCO(VoltageControlled Oscillator)+VCF(VoltageControlled Filter)+VCA (Voltage Controlled Amplifier), etc., may be used for the sound-source circuit 59.

[0075] It is moreover, like [the sound-source circuit 59 may be constituted not only using what is constituted using the hardware of dedication but using a DSP(Degital Signal Processor)+ micro program, and you may make it constitute it from a program of CPU+ software, and] a sound card.

[0076] Furthermore, you may make it form two or more pronunciation channels, and may make it constitute two or more pronunciation channels from one sound-source circuit per pronunciation channel using two or more sound-source circuits by using one sound-source circuit by time sharing.

[0077] It can connect with other musical instruments, an audio equipment, a computer, etc., and the communication link interface 58 can be connected with electrophone at least. In this case, the communication link interface 58 is constituted using general-purpose interfaces, such as a MIDI interface, RS-232C, USB (Universal Serial Bus), and IEEE1394 (IEEE 1394).

[0078] Drawing 15 is the notional block diagram showing the data flow in the 2nd example.

[0079] The parameter input section 71 is constituted by the input means 62 and the external storage 57, or ROM55 of drawing 14 , and inputs various kinds of physical parameters into the parameter converter 72.

[0080] In the parameter input section 71, virtual space information and playback conditions are inputted. It is carried out when a user chooses from the presetting which a user performs the input of such information through the input means 62, or includes such information beforehand.

[0081] The class of space, such as a hole and studio, and a configuration, the distance of the virtual source seen from the listening person, and a direction are

included in virtual space information. A listening person's individual difference, the property of the headphone to be used, etc. are included in playback conditions.

[0082] The virtual space information and the playback conditions of having been inputted are sent to the parameter converter 72 as a physical parameter.

[0083] The parameter converter 72 consists of CPUs⁵⁶ of drawing 14 , and changes the physical parameter inputted into a DSP parameter. Conversion in a DSP parameter from a physical parameter is performed by referring to the parameter translation table 73. The parameter translation table 73 is saved at the external storage 57 of drawing 14 , or ROM⁵⁵:

[0084] A DSP parameter is the static-control section 85 of below-mentioned drawing 16 , and contains the various parameters for controlling the reverberation adjunct 86, including the gain factor for controlling the filter coefficient for controlling the FIR filter 15 and IIR filter 41 grade, and the various multiplication sections, the time delay of delay 11b, etc.

[0085] The changed DSP parameter is sent to the sound-source unit (sound-source circuit) 59. In the sound-source unit 59, various effectiveness is given to a data point based on the DSP parameter inputted, and it outputs as a musical-sound signal.

[0086] In addition, a DSP parameter is not only changed from a physical

parameter, but may be beforehand memorized as presetting for every normal pattern, reverberation pattern, or pattern of those combination.

[0087] Drawing 16 is the block diagram showing the function of DSP66 of drawing 14 . DSP66 has the multiplication section 84, the static-control section 85, the reverberation adjunct 86, the multiplication section 87, an adder unit 88, an adder unit 90, and the master equalizer 89.

[0088] If the data point of two or more channels ($xNch$) by which reading appearance was carried out to the wave readout system 65 of drawing 14 is inputted into DSP66, it will be divided into three lines as a data point for a direct sound, an early reflected sound, and reverberation sounds, respectively. The data point for direct sounds of two or more channels ($xNch$) is inputted into the static-control section 85 as DryIn as it is.

[0089] After the multiplication of the data point for early reflected sounds of two or more channels ($xNch$) is carried out according to the gain factor defined with the setting-out distance of a listening person and a virtual pronunciation location by multiplication section 84a, it is inputted into the static-control section 85 as ERIn. After the multiplication of the data point for reverberation sounds of two or more channels ($xNch$) is carried out according to the gain factor defined with the setting-out distance of a listening person and a virtual pronunciation location by multiplication section 84b, it is added by the adder unit 90 and inputted into the

reverberation adjunct 86 as RevIn.

[0090] The static-control section 85 controls a virtual pronunciation location to use and explain drawing 17 in full detail behind.

[0091] The reverberation adjunct 86 simulates a virtual space to it, and outputs it to it as a reverberation sound while it adds reverberation to the data point inputted and creates the sense of distance of a virtual source to it. As for the pattern of a reverberation sound, the level difference of reverberation time, a direct sound, and an early reflected sound and the magnitude of attenuation for every frequency band change with space types. A level difference with these reverberation time, a direct sound, and an early reflected sound and the magnitude of attenuation for every frequency band are inputted as a DSP parameter. Although these DSPs parameter changes and generates the physical parameter which a user inputs, it may be memorized as presetting in every space types (a hole, studio, etc.).

[0092] Multiplication is carried out in the multiplication sections 87a and 87b, respectively, addition composition is carried out by the adder unit 88, and the data point outputted from the static-control section 85 and the reverberation adjunct 86 is inputted into the master equalizer 89 as one data point. In the master equalizer 89, the frequency characteristics of the data point inputted are amended and it outputs to DAC67 of drawing 14 .

[0093] Drawing 17 is the block diagram showing the function of the static-control section (LOC) 85 of drawing 16 . The static-control section 85 consists of two or more pre-stage 85a corresponding to each of two or more channels (xNch), and one post-stage 85b. Except for having two or more inputs, there being few channels, etc., a fundamental configuration attaches the reference number are almost the same as that of the 1st example shown in drawing 3 , and same as a configuration with the same function.

[0094] Pre-stage 85a has the input DryIn of the data point for direct sounds, and the input ERIn of the data point for early reflected sounds. After the data point inputted from DryIn is divided into 4ch(es) of the method of the left forward right, and the method of the left right rear, the multiplication of it is carried out in the multiplication section 12, respectively, and it is inputted into an adder unit 14. The gain factor of the multiplication section 12 is inputted as a DSP parameter.

[0095] The data point inputted from ERIn is delay 11b, is late for a direct sound for number -about tenms based on the time delay in a DSP parameter, and is outputted to BPF40 as an early reflected sound. To the early reflected sound, since attenuation by echo is imitated, BPF40 is formed. After that, after an early reflected sound is divided into 4ch(es) of the method of the left forward right, and the method of the left right rear, the multiplication of it is carried out in the multiplication section 13, respectively, and it is inputted into an adder unit 14.

The gain factor of the multiplication section 13 is inputted as a DSP parameter.

[0096] In an adder unit 14, addition composition of a direct sound and the early reflected sound is carried out, and it sends to the adder unit 19 of post-stage 85b.

[0097] The FIR filter 15 has two lines, filter 15L for left ears L, and filter 15R for right ears. FIR filter 15L of Ch1 simulates sound in case a left ear hears musical sound from the left front of drawing 13 with a head sound transfer function, and FIR filter 15R of Ch1 simulates sound in case a right ear hears musical sound from the left front of drawing 13 with a head sound transfer function. FIR filter 15L of Ch2-Ch4 and FIR filter 15R simulate transfer of the musical sound from the method of the left right rear to the right front and right-and-left both lugs with a head sound transfer function similarly, respectively.

[0098] When the direction of a virtual pronunciation location is the middle direction of the direction of these bases, the 2-way which surrounds the direction of the virtual pronunciation location among the directions of bases, and the include angle to make are computed, and the time delay and gain factor of delay 11b corresponding to the include angle are given to delay 11b and the gain multipliers 12 and 13 of each channel.

[0099] Addition composition of the data point outputted from FIR filter 15L of each channel and R is carried out by the adder unit 16, respectively. These digital musical-sound signal (data point) by which addition composition was

carried out is inputted into the IIR filter 41 which has two right and left, respectively.

[0100] The IIR filter 41 is a filter for amending the property of the digital musical-sound signal by which addition composition was carried out, and is the same as that of the thing of the 1st example of drawing 3 . The data point amended with the IIR filter 41 is outputted to multiplication section 87a of drawing 16 .

[0101] As mentioned above, since the FIR filter for impulse response convolutions and the IIR filter for frequency-characteristics amendment arranged in the latter part realize a HRTF rendering according to the 2nd example of this invention, a digital musical-sound signal can be amended according to a listening person's taste, or the difference in a normal property.

[0102] Moreover, since HRTF according to the above-mentioned listening person's taste or the difference in a normal property can be preset, a HRTF rendering can be set up easily.

[0103] Furthermore, a normal type including a reverberation sound can be memorized as a presetting pattern, and a user can choose it.

[0104] Moreover, by taking the above configurations, an FIR filter and an IIR filter can be made multiplier immobilization regardless of each pronunciation normal location, and normal of many individual sound sources can be realized with a

small-scale configuration by having pre-stage 85a several input-line minutes, as shown in drawing 17 .

[0105] In addition, although the example of this invention explained the case where it listened using headphone, it is applicable also to listening by the loudspeaker by arranging a cross talk canceller in the latter part of drawing 3 or the IIR filter 41 of drawing 17 .

[0106] You may make it make the example of this invention carry out by computer of marketing which installed the computer program corresponding to an example etc. further in addition.

[0107] In that case, where the computer program corresponding to this example etc. is stored in the storage which computers, such as CD-ROM and a floppy (trademark) disk, can read, you may provide for a user.

[0108] When the general purpose computer or computer etc. is connected to communication networks, such as LAN, the Internet, and the telephone line, a general purpose computer or a computer may be provided with a computer program, various data, etc. through a communication network.

[0109] Furthermore, an example may connect equipment only with various only carrying out with one equipment using means of communications, such as MIDI and various networks. Moreover, an example can also be carried out with the electrophone having sound-source equipment, automatic performance equipment,

etc. Electrophones here are electrophones, such as a keyboard instrument type, a stringed instrument type, a wind instrument type, and a percussion instrument type.

[0110] Although this invention was explained in accordance with the example above, this invention is not restricted to these. For example, probably, it will be obvious to this contractor for various modification, amelioration, combination, etc. to be possible.

[0111]

[Effect of the Invention] According to this invention, in listening by headphone, sufficient presence can be obtained as mentioned above.

[0112] Moreover, selection adjustment of the effectiveness according to musical instrument arrangement and listening space can be carried out. Moreover, it is also memorizable.

[0113] Furthermore, a feeling of normal can be adjusted for every class of a listening person and headphone. Moreover, it is also memorizable.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram of the image stereotaxic instrument by the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is drawing explaining the image normal method of the same sound image stereotaxic instrument.

[Drawing 3] It is the block diagram of the image normal section of the same sound image stereotaxic instrument.

[Drawing 4] It is the external view of the headphone of the same sound image stereotaxic instrument.

[Drawing 5] It is the block diagram of the bearing sensor formed in these headphone.

[Drawing 6] It is drawing showing a condition when this bearing sensor inclines.

[Drawing 7] It is drawing explaining paint of the spherical magnet object of this bearing sensor.

[Drawing 8] It is the block diagram of the photosensor formed in this bearing sensor.

[Drawing 9] It is drawing showing the relation between the concentration detection value of the photosensor of this bearing sensor, and an azimuth and dip (elevation angle).

[Drawing 10] It is the flow chart which shows actuation of the multiplier generating section of the same sound image stereotaxic instrument.

[Drawing 11] It is the flow chart which shows actuation of the multiplier generating section of the same sound image stereotaxic instrument.

[Drawing 12] It is a graph showing change of the frequency characteristics at the time of using an IIR filter.

[Drawing 13] It is a conceptual diagram showing the virtual loudspeaker location and the sound-source location VP in the image stereotaxic instrument of the 2nd example.

[Drawing 14] It is a block diagram showing the basic configuration of the image stereotaxic instrument by the 2nd example.

[Drawing 15] It is the notional block diagram showing the data flow in the 2nd example.

[Drawing 16] It is a block diagram showing the function of DSP66 of drawing 14 .

[Drawing 17] It is a block diagram showing the configuration of the static-control section (LOC) 85 of drawing 16 .

[Description of Notations]

2 [-- Multiplier generating section,] -- The image normal section, 3 -- Headphone, 4 -- A bearing sensor, 5 5a -- A transverse-plane bearing register, 5b -- A virtual pronunciation location register, 6 -- Input unit, 7 -- A setup key, 11 -- 12 A delay line, 13 -- Gain multiplier, 15L, 15 R--FIR filter, 16L, 16R -- An adder, 20 -- Compass, 21 [-- Space,] -- A spherical magnet object, 21a -- A

tabular magnet, 21b -- Weight, 21c 23 [-- LED,] -- A liquid, 25, 26, 27 --
Photosensor, 28 -- A case, 30 32 -- A photodiode, 35 -- Filter 40 -- BPF, 41 -- IIR
filter, 51 [-- RAM, 55 / -- ROM,] -- A bus, 52 -- A detector, 53 -- A display circuit,
54 56 -- CPU, 57 -- External storage, 58 -- Communication link interface, 59 [--
Display,] -- A sound-source circuit, 60 -- A timer, 62 -- An input means, 63 64 [--
DAC, 71 / -- The parameter input section, 72 / -- A parameter converter, 73 / --
84 A parameter table, 87 / -- The multiplication section, 85 / -- The static-control
section, 86 / -- A reverberation adjunct, 88 / -- An adder unit, 89 / -- Master
equalizer] -- Wave ROM, 65 -- Wave read-out equipment, 66 -- DSP, 67

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-44796
(P2002-44796A)

(43) 公開日 平成14年2月8日 (2002.2.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 4 S 1/00		H 0 4 S 1/00	L 5 D 0 6 2
			K 5 D 1 0 8
G 1 0 H 1/00		G 1 0 H 1/00	C 5 D 3 7 8
G 1 0 K 15/12		H 0 3 H 17/00	6 0 1 L 5 J 0 2 3
H 0 3 H 17/00	6 0 1	21/00	

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-220876(P2000-220876)

(22) 出願日 平成12年7月21日 (2000.7.21)

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72) 発明者 関根 聡

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

(74) 代理人 100091340

弁理士 高橋 敬四郎 (外2名)

Fターム(参考) 5D062 AA23 AA26 AA74

5D108 AA08 AB04 AB08 AC04

5D378 JA00 JA01

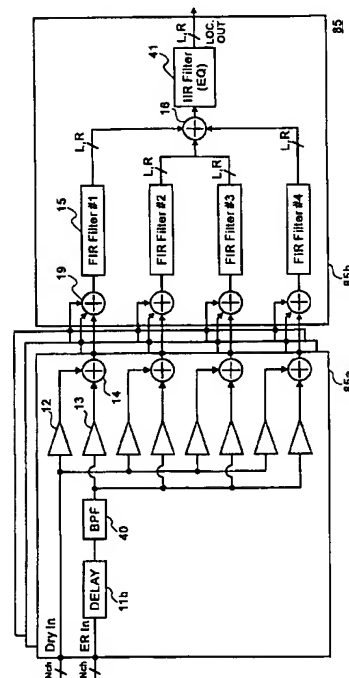
5J023 DA05 DB03 DD00 DD04 DD07

(54) 【発明の名称】 音像定位装置

(57) 【要約】

【課題】 楽器配置、受聴空間に応じた効果を選択調整することが出来る音像定位装置を提供する。

【解決手段】 音像定位装置は、楽音信号を入力する入力手段と、複数の方向から両耳への楽音伝達特性で前記楽音信号を畳み込み演算して出力する複数の第1のフィルタ手段と、前記第1のフィルタ手段が出力する楽音信号の周波数特性を補正する第2のフィルタ手段とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 楽音信号を入力する入力手段と、
複数の方向から両耳への楽音伝達特性で前記楽音信号を
畳み込み演算して出力する複数の第1のフィルタ手段
と、
前記第1のフィルタ手段が出力する楽音信号の周波数特
性を補正する第2のフィルタ手段とを有する音像定位装
置。

【請求項2】 さらに、前記楽音信号に初期反射音を付
加する初期反射音付加手段と、
前記初期反射音を減衰させるための第3のフィルタ手段
を有する請求項1記載の音像定位装置。

【請求項3】 さらに、前記楽音信号に残響音を付加す
る残響音付加手段を有する請求項1又は2記載の音像定
位装置。

【請求項4】 楽音信号を入力する入力工程と、
複数の方向から両耳への楽音伝達特性で前記楽音信号を
畳み込み演算して出力する複数の第1のフィルタ工程
と、
前記第1のフィルタ手段が出力する楽音信号の周波数特
性を補正する第2のフィルタ工程とを有する音像定位方
法。

【請求項5】 楽音信号を入力する入力手順と、
複数の方向から両耳への楽音伝達特性で前記楽音信号を
畳み込み演算して出力する複数の第1のフィルタ手順
と、
前記第1のフィルタ手段が出力する楽音信号の周波数特
性を補正する第2のフィルタ手順とを有する音像定位手
順をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録
した媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、電子楽器やオー
ディオ機器が出力する楽音の音像を所定の位置に定位す
る音像定位装置に関する。

【0002】

【従来の技術】電子楽器やオーディオ機器は出力する楽
音の臨場感を増すため、楽音が空間のある点から発音し
ているように聴取者がイメージできるように、複数（左
右）のスピーカの音量や出力タイミングなどを制御して
いる。この空間の「ある点」を仮想発音位置といい、楽
音が発音されているようにイメージされる仮想的な空間
領域（仮想的な楽器の所在場所）を音像という。

【0003】現在一般的なステレオヘッドホンでは左右ス
ピーカに予め決められたバランスの音量で楽音を供給す
ることにより、その楽音の音像を定位するようにしてい
る。

【0004】ヘッドホンは聴取者の頭に装着されるた
め、聴取者が頭を動かしたときヘッドホンのスピーカも
これに追従して動き、上記制御のみでは音像も一緒に動

いてしまう。これに対応するため、聴取者が頭を動かした
ことを検出して、左右スピーカに出力する楽音特性を
制御することにより、頭を動かしても音像の位置が変化
しないヘッドホンシステムが提案されている（特開平4
-44500号など）。

【0005】また、FIRフィルタを用いた音像定位装
置も提案されている（特開平10-23600号）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記ヘッドホンシ
テムでは、左耳用、右耳用のフィルタをそれぞれ設け、
ヘッドホンの向きに応じてその向きに対応した応答特性
のパラメータを読み出して上記フィルタに設定するとい
う制御を行っているため、パラメータメモリに多くの仮
想発音位置に対応するパラメータを記憶しておく必要が
あった。このため、大きなパラメータメモリを備えな
ければ正確に音像を定位することができず、また、聴取者
が頭を動かす毎にパラメータの読み出しをし直さなけれ
ばならないという欠点があった。

【0007】また、上記音像定位装置においては、不特
定の受聴者に最適な定位を得ることが困難であり、ヘッ
ドホンの種類や特性による効果の差が大きかった。さら
に、音像定位と残響を体系的に制御することは出来な
かった。

【0008】本発明は、楽器配置、受聴空間に応じた効
果を選択調整することが出来る音像定位装置を提供する
ことを目的とする。

【0009】さらに、本発明は、受聴者、ヘッドホンの
種類毎に定位感の調整をすることが出来る音像定位装置
を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明の一観点によ
れば、音像定位装置は、楽音信号を入力する入力手段と、
複数の方向から両耳への楽音伝達特性で前記楽音信号を
畳み込み演算して出力する複数の第1のフィルタ手段
と、前記第1のフィルタ手段が出力する楽音信号の周波
数特性を補正する第2のフィルタ手段とを有する。

【0011】

【発明の実施の形態】図1はこの発明の第1の実施例で
あるヘッドホンシステムの構成を示す図である。このヘ
ッドホンシステムは、音源である電子楽器1が発生した
楽音信号を音像定位部2を介してステレオのヘッドホン
3に供給する。ヘッドホン3の頂部には方位センサ4が
設けられており、この方位センサ4によりヘッドホン3
すなわちこのヘッドホンを装着する聴取者がどの方向を
向いているかを検出することができる。この方位センサ
4の検出内容は係数発生部5に入力される。また、この
係数発生部5にはジョイスティック等の入力装置6及び
設定ボタン7が接続されている。入力装置6は電子楽器
1が発生する楽音の仮想発音位置を指定するために用い
られる。この仮想発音位置は、聴取者に装着されて移動

するヘッドホン3に対する相対的なものではなく、その空間内における絶対的な位置として設定される。また、設定ボタン7は、ヘッドホン3を装着した聴取者が後述する仮想的壁面8に対して正面を向いたとき、その方位（北を0度とする角度）を設定するためのボタンである。なお、これら操作子に対応して、係数発生部5には正面方位レジスタ5a、仮想発音位置レジスタ5bが設定されている。

【0012】図2は第1の実施例のヘッドホンシステムの音像定位方式を説明する図である。図3は第1の実施例による前記音像定位部2の構成を示す図である。図3において、音像定位部2は8チャンネルのFIRフィルタ15（15L、15R）を並列に備えている。

【0013】この8個のチャンネルCh1～Ch8はそれぞれ図2（A）の①～⑧の方向に対応している。すなわち、Ch1のFIRフィルタ15L、15Rは、それぞれ図2（A）の①の方向（位置）から左耳、右耳までの楽音の伝達特性（頭部音響伝達関数：HRTF）で楽音信号を畳み込み演算するFIRフィルタである。

【0014】同様に、Ch2～Ch8のFIRフィルタも図2（A）の②～⑧の方向から左右両耳までの楽音伝達特性で楽音信号を畳み込み演算するFIRフィルタである。このように図2（A）の①～⑧は聴取者の正面すなわちヘッドホン3に対する方向を示し、聴取者が頭の向きを変えるとそれに合わせてこの①～⑧の向きも変わる。

【0015】一方、前記入力装置6は、上述したように電子楽器1が発生する楽音の仮想発音位置を設定するための操作子である。図2（B）では仮想発音位置はヘッドホン3からz0の距離にある仮想的壁面8上の1点に定位されるようになっており、該平面8上の座標がヘッドホン3からの垂線の交点を原点とするx、y座標で表される。

【0016】前記入力装置6を右向きに操作すると前記仮想発音位置のx座標が増加し、左向きに操作すると前記仮想発音位置のx座標が減少する。また、入力装置6を上向きに操作すると前記仮想発音位置のy座標が増加し、下向きに操作すると前記仮想発音位置のy座標が減少する。

【0017】図2（A）において、楽音の仮想発音位置が仮想的な壁面8上の点9に設定され、ヘッドホン3が図示の向きであるとする、仮想発音位置の方向は前記基本の方向①～⑧のうち①、②、⑤、⑥に対して $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 5$ 、 $\alpha 6$ の角度となる。したがって、図3のCh1、Ch2、Ch5、Ch6のゲイン乗算器12、13のそれぞれにこの角度 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 5$ 、 $\alpha 6$ に対応して主として直接音（先行音）を取り込むようなゲインを与え、他のチャンネルには上記角度に対応して主として壁面等からの初期反射音（後行音）を取り込むようなゲインを与えることにより、ヘッドホン3において音像

を点9に定位させることができる。

【0018】ヘッドホン3の向きが変わると、点9とヘッドホン3の角度も変化するが、このとき新たに基本方向との角度が算出され、これに対応するゲインが割り出されるため、ヘッドホン装用者がどの方向を向いても楽音の音像は常に空間内における絶対的な位置である仮想発音位置9に定位され続けることになる。

【0019】なお、図2（A）において、入力装置6を操作して仮想発音位置9を移動させた場合には、これに合わせて新たな角度 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 5$ 、 $\alpha 6$ が算出され、定位が移動する。

【0020】この説明では、仮想発音位置がヘッドホン3の正面付近にある場合についてのみ説明したが、仮想的発音位置がヘッドホン3の左側にある場合にはCh1、Ch4、Ch5、Ch8に対する角度 $\alpha 1$ 、 $\alpha 4$ 、 $\alpha 5$ 、 $\alpha 8$ を算出して対応するゲインが割り出され、仮想的発音位置がヘッドホン3の右側にある場合にはCh2、Ch3、Ch6、Ch7に対する角度 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ 、 $\alpha 6$ 、 $\alpha 7$ を算出して対応するゲインが割り出される。

【0021】また、仮想的発音位置がヘッドホン3の後側にある場合にはCh3、Ch4、Ch7、Ch8に対する角度 $\alpha 3$ 、 $\alpha 4$ 、 $\alpha 7$ 、 $\alpha 8$ を算出して対応するゲインが割り出され、仮想的発音位置がヘッドホン3の上側にある場合にはCh5、Ch6、Ch7、Ch8に対する角度 $\alpha 5$ 、 $\alpha 6$ 、 $\alpha 7$ 、 $\alpha 8$ を算出して対応するゲインが割り出され、仮想的発音位置がヘッドホン3の下側にある場合にはCh1、Ch2、Ch3、Ch4に対する角度 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ 、 $\alpha 4$ を算出して対応するゲインが割り出される。

【0022】なお、この実施形態では仮想発音位置9を仮想的壁面8上のみに設定可能にしているが、空間内の任意の点に設定できるようにしてもよい。この場合には、入力装置6を3次元の座標を設定できるようにする。

【0023】また、仮想発音位置9の入力装置6はジョイスティックに限定されるものではなく、ジョイスティックに類似した座標値を相対的に増減する操作子のほか、テンキーなど座標値を直接入力する操作子、ロータリーエンコーダ、スライダ等を用いることができ、また、モニタ上に表示される壁面や空間の画像内で仮想発音位置をグラフィックに設定できるようにしてもよい。また、仮想的壁面8に向かう方向をセットする設定スイッチ7も同様にグラフィックに設定できるようにしてもよい。

【0024】図3を参照して音像定位部2の構成を説明する。音像定位部2は、A/Dコンバータ10、ディレイライン11、バンドパスフィルター（BPF）40、ゲイン乗算器12、ゲイン乗算器13、加算器14、FIRフィルタ15、IIRフィルタ41、加算器16、D/Aコンバータ17、アンプ18を有する。

【0025】電子楽器1から入力された楽音信号はA/Dコンバータ10によってデジタル信号に変換される。電子楽器1がデジタル楽器であり、楽音をデジタル信号のまま出力するものであれば、このA/Dコンバータ10をスキップして直接ディレイライン11に信号を入力するようにしてもよい。

【0026】ディレイライン11は多段のシフトレジスタで構成されており、入力されたデジタル楽音信号を順次シフトしてゆく。このディレイライン11の任意の位置(レジスタ)に2つのタップが設けられ、この2つの

タップ(先行音タップ、後行音タップ)からディレイされた信号(先行音、後行音)が取り出される。

【0027】タップ位置は、係数発生部5から入力されるタップ位置係数によって決定される。2つのタップのうちディレイライン11の入力端に近いタップから取り出される信号を先行音といい、入力端に遠いタップから取り出される信号を後行音という。先行音は直接音に対応しており、後行音は初期反射音に対応している。

【0028】先行音はCh1~Ch8のゲイン乗算器12に入力され、後行音はBPF40に入力された後、Ch1~Ch8のゲイン乗算器13に入力される。ディレイライン11の2つのタップ及びゲイン乗算器12、13のゲインを適当に設定することにより、音像の距離感や前後感を出すことができる。

【0029】BPF40は、初期反射音である後行音に対して、反射による減衰を模するために設けられている。

【0030】例えば、タップの間隔を短くして先行音と後行音のずれを小さくすると距離感が小さくなり音像を近くに定位することができ、逆に先行音と後行音のずれを大きくすると距離感が大きくなり音像を遠くに定位することができる。ただし、先行音と後行音のずれは20msを超えないようにする。ずれが20msを超えると聴取者に別の音として認識されてしまうからである。

【0031】また、先行音と後行音のレベル差(ゲイン乗算器12のゲインとゲイン乗算器13のゲインの差)を大きくすると、音像が前方に定位しやすくなり、先行音と後行音のレベル差を小さくすると音像が後方に定位しやすくなる。

【0032】Ch1~Ch8のゲイン乗算器12、13のゲインは係数発生部5から入力される。このゲインが乗算された先行音信号及び後行音信号は加算器14によって加算され、FIRフィルタ15に入力される。1つの楽音信号を遅延して先行音信号、後行音信号の2つの信号を取り出すのは同一の楽音信号が微小な時間差でずれて聞こえ、かつ、そのレベル差により距離感や前後間を出すためである。

【0033】FIRフィルタ15は左耳用フィルタ15L、右耳用フィルタ15Rの2系統が並列に設けられている。Ch1のFIRフィルタ15Lは、楽音が図2

(A)の①の方向から左耳に聞こえてくる場合の響きを頭部音響伝達関数によりシミュレートし、Ch1のFIRフィルタ15Rは、楽音が図2(A)の①の方向から右耳に聞こえてくる場合の響きを頭部音響伝達関数によりシミュレートする。同様にCh2~Ch8のFIRフィルタ15L、FIRフィルタ15Rはそれぞれ②~⑧の方向から左右両耳への楽音の伝達を頭部音響伝達関数によりシミュレートする。

【0034】そして、仮想発音位置の方向がこれら基本方向①~⑧の中間の方向であった場合、係数発生部5は、図2(A)に示したように、①~⑧の方向のうちその仮想発音位置の方向を囲む4方向となす角度を算出し、その角度に対応するゲイン及びディレイライン11のタップを決定する係数を各チャンネルのゲイン乗算器12、13及びディレイライン11に与える。なお、ヘッドホン3における音像定位位置が変化しても音量を変化させない場合には、上記全てのゲイン乗算器12、13に与えられるゲインの対数的な合計値は1であるが、音像定位位置によってゲインの合計を変化させることによって特殊な効果を出してもよい。

【0035】各チャンネルのFIRフィルタ15Lから出力された信号は加算器16Lで加算合成される。また、各チャンネルのFIRフィルタ15Rから出力された信号は加算器16Rで加算合成される。これら加算合成されたデジタルの楽音信号はそれぞれIIRフィルタ41L及びIIRフィルタ41Rに入力される。

【0036】IIRフィルタ41は、加算合成されたデジタルの楽音信号の特性を補正するためのフィルタである。前段に設けられたFIRフィルタは、応答長が非常に短く、周波数分解能が粗い為、とりわけ低域の特性が所望のものとは異なる傾向にあるが、IIRフィルタ41は、その周波数特性を補正することが出来る。

【0037】また、HRTFには個人差があるが、IIRフィルタ41を用いることにより、各聴取者の嗜好や、定位特性の差異(特に上下方向定位感)を補正することが出来る。

【0038】図12は、IIRフィルタ41を用いた場合の周波数特性の変化を表す図である。図中点線で示す加算合成されたデジタルの楽音信号を、IIRフィルタ41に通すと、図中上向きの矢印が示すように高域及び低域の周波数帯域の楽音信号をブーストすると共に、下向きの矢印で示すように、例えば8kHzの部分をディッピングさせることができる。高域及び低域の周波数帯域の楽音信号をブーストすることにより、ヘッドホンの周波数特性補償や各聴取者に対する嗜好合わせをすることが出来る。また8kHzの部分をディッピングさせることで、定位特性(特に上下方向定位感)を調整することができる。8kHz周波のディッピングは、人の頭部構造に基づく雑音成分を低減するので、定位特性を改善することが出来る。

【0039】図12の例では、高域及び低域の周波数をブーストしたが、IIRフィルタ41は、それらを逆にカットすることも出来る。また、ディッピングする周波数は、8KHzに限らず、これを微調整することで、HRTFの個人差を補正することが出来る。

【0040】IIRフィルタ41によって補正された楽音信号はD/Aコンバータ17でアナログ信号に変換され、アンプ18で増幅されたのちヘッドホン3に出力される。

【0041】図4は前記ヘッドホン3の外観図である。図5はヘッドホン3の頂部に取り付けられている方位センサ4の構成図である。ヘッドホン3の両方の耳あて部には小型スピーカが内蔵されており、それぞれ前記アンプ18から出力された左右のアナログ楽音信号が入力される。そしてアーチの頂部には方位センサ4が設けられている。方位センサ4は円筒形のケース28に収納されており、図5(B)に示すようにコンパス20及びフォトセンサ25、26、27で構成されている。

【0042】図5(A)に示すようにコンパス20は、球状の透明アクリルケース22内に球状磁石体21を収納し、この球状磁石体21と透明アクリルケース22の内壁面との隙間に液体23を充填したものである。この液体23は無色透明のものである。

【0043】球状磁石体21は液体23内で重力に対して常に上下関係を維持すると共に南北の方位を指すようにするため、中央部に板状磁石21aを収納し、上部に空間21c、下部に重り21bを有している。

【0044】図6に示すように、このコンパス20すなわちヘッドホン3がどの向きになってもどのように傾いてもこの球状磁石体21aは必ず特定の部位が地磁気により北を指し、重り21bが重力方向を向くように透明アクリルケース20内で回転揺動する。

【0045】なお、透明アクリルケース22内で球状磁石体21は液体23で浮揚しており、摩擦なく透明アクリルケース22内で回転揺動できる。

【0046】図7に示すように球状磁石体21の表面は、青と赤のグラデーションで彩色されている。青のグラデーションは同図(A)、(B)に示すようにその濃度が方位を表すように経線状に彩色されており、北→東→南→西→北と回転するにしたがって青の濃度が薄くなるようにされている。

【0047】すなわち、青色の濃度(薄さ)が方位角(北を0度とする時計回りの角度)を表すことになる。赤のグラデーションは同図(C)、(D)に示すようにその濃度が傾斜角を示すように緯線状に彩色されており、透明アクリルケース20が下向きに傾斜するほど赤の濃度の高い部分が現れるようになっている。

【0048】実際には、この赤グラデーションと青グラデーションが同じ球面にされており、両色が混ざり合っている。

【0049】図5(B)に示すように、このコンパス20の側面に向けてフォトセンサ25~27が設けられている。フォトセンサ25は青色の濃度を検出するセンサであり、フォトセンサ26、27は赤色の濃度を検出するセンサである。フォトセンサ25はヘッドホン3の前側からコンパス20の側面に向けられており、フォトセンサ26はヘッドホン3の右側からコンパス20の側面に向けられており、フォトセンサ27はヘッドホン3の後側からコンパス20の側面に向けられている。

【0050】図8は、各フォトセンサ25、26、27の構成を示す。LED30及びフォトダイオード32がコンパス20に向けて設けられ、これらLED30、フォトダイオード32の前面に所定色のみを通過させる光学フィルタが設けられている。LED30は電池31によって連続点灯され、コンパス20の球状磁石体21の表面を照射している。また、フォトダイオード32は、上記LED30が照射した光の球状磁石体21表面の反射光を受光することによって抵抗値が変化する。

【0051】このフォトダイオード32はアンプ33に接続されている。アンプ33はフォトダイオード32の検出値を増幅してLPF34に入力する。LPF34は、検出値のうち微小な振動成分を除去して動作としての頭の動きのみを抽出し、係数発生部5に出力する。

【0052】フォトセンサ25が前側からコンパス20の球状磁石体21の青色濃度を検出することにより、図9(A)に示す濃度検出値と方位角の関係に基づいて、このヘッドホン3がどの方位を向いているかを検出することができる。

【0053】また、フォトセンサ26は右側面から球状磁石体21の赤色を検出することにより、図9(B)に示す濃度検出値と傾斜角(仰角)の関係に基づいて、ヘッドホン3が右にどの程度傾いているかを検出することができる。

【0054】さらに、フォトセンサ27は後側から球状磁石体21の赤色を検出することにより、図9(B)に示す濃度検出値と仰角の関係に基づいて、ヘッドホン3がどの程度上を向いているかを検出することができる。

【0055】これらの検出内容を係数発生部5に入力することにより、係数発生部5は、入力装置6によって設定された仮想発音位置がヘッドホン3からみてどの方向・距離にあるかを計算することができ、この方向・距離を信号処理的に実現するためのディレイライン11のタップ位置及びCh1~Ch8のゲイン乗算器12、13のゲインを算出して音像定位部2に出力する。

【0056】なお、このように方位センサとして地磁気センサを用いたことにより、他のセンサ例えばジャイロセンサなどに比べて以下のような利点がある。首を傾けて回してもズレや誤差が生じないため、上体を動かして演奏する電子ピアノのヘッドホンに用いても安定した音像定位を実現することができる。地磁気が常時安定して

いるため、電子楽器やAV機器など音源となる装置とのキャリブレーション（位置関係の設定）を1回とれば、以後使用開始時や使用途中に取り直す必要がなく、以後装置を移動させるまでキャリブレーションをとることが不要となる。また、ジャイロなど他の方位センサに比べて安価である。

【0057】なお、方位磁石を浮かせている液体の粘度を調節することで、頭の回転に対する応答性を調節することができる。また、この検出内容の係数発生部5への伝送は、有線でも無線でもよい。無線で行う場合には、電源として電池を用いるが、その電池は充電式電池でもよい。例えば、ヘッドホン3を掛けておくホルダに充電機能を設け、そのホルダに載せている間に充電されるようにしてもよい。また、有線で行う場合には、ヘッドホンのオーディオケーブルを介して信号及び電源の送受をするようにすることもできる。

【0058】図10、図11は上記係数発生部5の動作を示すフローチャートである。図10において、この装置の動作がスタートすると、まず、各種レジスタをインシャライズする。正面方位レジスタ5aには0度のデータが入力される。すなわち、ヘッドホン3の正面（仮想的壁面8）は真北に向いているとされる。そして、仮想発音位置レジスタ5bにはx、y座標として0、0がセットされる。すなわち、ヘッドホン3の正面に仮想発音位置があるように設定される。このうち設定ボタン7のオン（s2）又は入力装置6の操作（s3）があるまで待機する。設定ボタン7がオンされると（s2）、そのときの方位センサ4の方位（フォトセンサ25の検出値）を読み取り（s4）、その方位を正面方位レジスタ5aに記憶する（s5）。一方、入力装置6が操作されると、その操作に応じて仮想発音位置レジスタ5bのx、y座標を書き換える（s6）。すなわち、入力装置6が左右に操作されるとその操作に応じてx座標の値を増減し、入力装置6が上下に操作されるとその操作に応じてy座標の値を増減する。

【0059】図11はタイマインタラプト動作である。この動作は数十ミリ秒に1回の頻度で行われる定位位置制御動作である。まず、方位センサ4に内蔵されている3つのフォトセンサ25、26、27の検出値を読み取る（s11）。そして、この検出値に基づいてヘッドホン3の向き（方位）及び傾きを検出する（s12、s13）。このデータと正面方位データ、仮想音源のz0及びx、y座標に基づいて仮想発音位置に対する方向・距離を算出する（s14）。この方向・距離に基づいて各チャンネルに与えるゲイン及びディレイライン11のタップ位置を決定し（s15）、これらを音像定位部2に送出する（s16）。

【0060】なお、ゲインやタップ位置などの割出しは、算出された方向・距離に基づき所定の演算式を用いて算出するようにしてもよく、種々の方向・距離に対応

する係数をテーブルとして記憶しておき、その中の適当なものを読み出すようにしてもよい。この係数テーブルは複数の距離・方向に対応するFIRフィルタの伝達特性パラメータを記憶したテーブルに比べてデータ量が極めて小さいためこのようにしてもメモリ容量は少なくてすむ。

【0061】次に、本発明の第2の実施例について説明する。上述の第1の実施例では、センサ付のヘッドホンを利用し、仮想音像位置を8箇所を設定したが、このような構成では、安価なシステムを構成することは難しい。そこで、第2の実施例では、通常のヘッドホンを利用して、仮想音像位置（仮想スピーカ位置）を4箇所に設定する場合を説明する。聴取者は正面を向き、ヘッドホンの向きはほぼ一定の場合を想定する。

【0062】図13は、第2の実施例の音像定位装置における仮想スピーカ位置と音源位置VPを表す概念図である。本実施例では、左右前方、左右後方の4箇所に、仮想スピーカSP1からSP4を配置する。音源位置VPの方向は、図に示すように頭部周囲の仮想スピーカSP1からSP4間のレベル重み付けによって決定される。また、音源位置VPと聴取者位置に対して点対称位置VP'から原音と数〜10数ms遅らせた音を発生させて定位感を強調する。この点対称位置VP'からの音は、壁面からの反射音を想定しており後述のBPFを介することにより、反射による減衰がシミュレートされる。

【0063】音源位置VPの距離は、直接音（x）、初期反射音（y）、残響音（z）のレベル差、到着時間の遅れの大きさによって制御される。例えば、レベル差の制御は、後述の乗算部に供給されるDSPパラメータのゲイン係数によって制御され、初期反射音用のゲイン係数をaとし、残響音用のゲイン係数をbとすると、音源位置VPの距離を近くに設定する場合は、直接音のレベルが初期反射音と残響音のレベルの和よりも大きくなるように $x > a y + b z$ の関係が成り立つように制御し、音源位置VPの距離を遠くに設定する場合は、直接音のレベルが初期反射音と残響音のレベルの和よりも小さくなるように $x < a y + b z$ の関係が成り立つように制御する。

【0064】図14は、第2の実施例による音像定位装置の基本構成を表すブロック図である。

【0065】バス51には、検出回路52、表示回路53、RAM54、ROM55、CPU56、外部記憶装置57、通信インターフェイス58、音源回路59、タイマ60が接続される。

【0066】ユーザは、検出回路52に接続される操作子（入力手段）62を用いて、後述の物理パラメータ、プリセットの入力及び選択等を行うことができる。操作子62は、例えば、ロータリーエンコーダ、スライダ、マウス、キーボード、鍵盤、ジョイスティック、スイッ

チ等、ユーザの入力に応じた信号を出力できるものならどのようなものでもよい。また、複数の入力手段が接続されているものでもよい。

【0067】表示回路53は、ディスプレイ63に接続され、後述の物理パラメータ、プリセット番号等の各種情報をディスプレイ63に表示することができる。ディスプレイ63は、液晶表示装置(LCD)、発光ダイオード(LED)等で構成されるが、各種情報を表示できるものならばどのようなものでもよい。

【0068】外部記憶装置57は、外部記憶装置用のインターフェイスを含み、そのインターフェイスを介してバス51に接続される。外部記憶装置57は、例えば、フラッシュメモリなどの半導体メモリ、フロッピディスクドライブ(FDD)、ハードディスクドライブ(HDD)、光磁気ディスク(MO)ドライブ、CD-ROM(コンパクトディスクリードオンリメモリ)ドライブ、DVD(Digital Versatile Disc)ドライブ等である。外部記憶装置57には、ユーザが設定するプリセット等を保存することができる。

【0069】RAM54は、フラグ、レジスタ又はバッファ、各種データ等を記憶するCPU56用のワーキングエリアを有する。

【0070】ROM55には、プリセットデータ、関数テーブル、各種パラメータ及び制御プログラム等を記憶することができる。この場合、プログラム等を重ねて、外部記憶装置57に記憶する必要は無い。CPU56は、ROM55又は、外部記憶装置57に記憶されている制御プログラム等に従い、演算又は制御を行う。

【0071】タイマ60は、CPU56及びバス51に接続されており、基本クロック信号、割り込み処理タイミング等をCPU56に指示する。

【0072】音源回路59は、供給されるMIDI信号等に応じて楽音信号を生成し、外部に出力する。本実施例では、音源回路59は、波形ROM64、波形読出装置65、DSP(DIGITAL SOUND FIELD PROCESSOR)66及びD/Aコンバータ(DAC)67で構成される。

【0073】波形読出し装置65は、CPU56の制御により波形ROM64に記憶される音源の各種音色波形を読み出す。DSP66は、波形読出し装置65が読み出す波形に残響や定位等の効果を与える。DAC67はDSP66によって各種効果が付与された波形をデジタル形式からアナログ形式に変化して外部に出力する。なお、DSP66の機能については後述する。

【0074】なお、音源回路59は、本実施例の波形メモリ方式に限らず、FM方式、物理モデル方式、高調波合成方式、フォルマント合成方式、VCO(Voltage Controlled Oscillator)+VCF(Voltage Controlled Filter)+VCA(Voltage Control

ed Amplifier)のアナログシンセサイザ方式等、どのような方式を用いたものであってもよい。

【0075】また、音源回路59は、専用のハードウェアを用いて構成するものに限らず、DSP(Digital Signal Processor)+マイクロプログラムを用いて構成してもよいし、CPU+ソフトウェアのプログラムで構成するようにしてもよいし、サウンドカードのようなものでもよい。

【0076】さらに、1つの音源回路を時分割で使用するにより複数の発音チャンネルを形成するようにしてもよいし、複数の音源回路を用い、1つの発音チャンネルにつき1つの音源回路で複数の発音チャンネルを構成するようにしてもよい。

【0077】通信インターフェイス58は、他の楽器、音響機器、コンピュータ等に接続できるものであり、少なくとも電子楽器と接続できるものである。この場合、通信インターフェイス58は、MIDIインターフェイス、RS-232C、USB(ユニバーサル・シリアル・バス)、IEEE1394(アイトリプルイー1394)等の汎用のインターフェイスを用いて構成する。

【0078】図15は、第2の実施例におけるデータフローを示す概念的ブロック図である。

【0079】パラメータ入力部71は、例えば、図14の入力手段62及び外部記憶装置57又はROM55によって構成され、パラメータ変換部72に各種の物理パラメータを入力する。

【0080】パラメータ入力部71では、仮想空間情報及び再生条件が入力される。これらの情報の入力、入力手段62を介してユーザが行うか又はこれらの情報を予め含むプリセットの中からユーザが選択することにより行われる。

【0081】仮想空間情報には、ホール、スタジオ等の空間の種類及び形状、受聴者から見た仮想音源の距離、及び方向が含まれる。再生条件には、受聴者の個人差、使用するヘッドホンの特性等が含まれる。

【0082】入力された仮想空間情報及び再生条件は、物理パラメータとして、パラメータ変換部72に送られる。

【0083】パラメータ変換部72は、例えば図14のCPU56で構成され、入力される物理パラメータをDSPパラメータに変換する。物理パラメータからDSPパラメータへの変換はパラメータ変換テーブル73を参照することにより行われる。パラメータ変換テーブル73は、図14の外部記憶装置57、又はROM55に保存されている。

【0084】DSPパラメータは、後述の図16の定位制御部85で、FIRフィルタ15及びIIRフィルタ41等を制御するためのフィルタ係数、各種乗算部を制御するためのゲイン係数、ディレイ11bの遅延時間等を含み、また、残響付加部86を制御するための各種パ

ラメータを含む。

【0085】変換されたDSPパラメータは、音源ユニット（音源回路）59に送られる。音源ユニット59では、入力されるDSPパラメータに基づき各種効果を波形データに付与して楽音信号として出力する。

【0086】なお、DSPパラメータは、物理パラメータから変換されるだけでなく、定位パターンや、残響パターン、又はそれらの組合せのパターンごとに、予めプリセットとして記憶されていてもよい。

【0087】図16は、図14のDSP66の機能を示すブロック図である。DSP66は、乗算部84、定位制御部85、残響付加部86、乗算部87、加算部88、加算部90、マスタイコライザ89を有する。

【0088】図14の波形読出し装置65に読み出された複数チャンネル（xNch）の波形データはDSP66に inputs されると、それぞれ、直接音、初期反射音、残響音用の波形データとして3系統に分けられる。複数チャンネル（xNch）の直接音用の波形データはそのままDryInとして、定位制御部85に inputs される。

【0089】複数チャンネル（xNch）の初期反射音用の波形データは、乗算部84aで受聴者と仮想発音位置の設定距離により定められるゲイン係数に従い乗算された後、ERInとして、定位制御部85に inputs される。複数チャンネル（xNch）の残響音用の波形データは、乗算部84bで受聴者と仮想発音位置の設定距離により定められるゲイン係数に従い乗算された後、加算部90で加算されてRevInとして、残響付加部86に inputs される。

【0090】定位制御部85は、後に図17を用いて詳述するように、仮想発音位置を制御する。

【0091】残響付加部86は、inputs される波形データに、残響を付加して、仮想音源の距離感を創出すると共に、仮想空間をシミュレートし、残響音として出力する。残響音のパターンは、空間タイプによって残響時間、直接音及び初期反射音のレベル差、周波数帯域毎の減衰量が異なる。これら、残響時間、直接音及び初期反射音とのレベル差、周波数帯域毎の減衰量は、DSPパラメータとして inputs される。これらDSPパラメータは、ユーザが inputs する物理パラメータを変換して生成するが、空間タイプ（ホール、スタジオなど）ごとにプリセットとして記憶しておいてもよい。

【0092】定位制御部85及び残響付加部86から出力される波形データは、それぞれ乗算部87a、87bで乗算され、加算部88で加算合成されて1つの波形データとして、マスタイコライザ89に inputs される。マスタイコライザ89では、inputs される波形データの周波数特性を補正して、図14のDAC67に出力する。

【0093】図17は、図16の定位制御部（LOC）85の機能を示すブロック図である。定位制御部85は、複数チャンネル（xNch）のそれぞれに対応する

複数の前段部85aと、1つの後段部85bで構成される。複数のinputs を有する事、チャンネル数が少ない事等を除き基本的な構成は図3に示す第1の実施例とほぼ同様のものであり、同様の機能を持つ構成には同様の参照番号を附す。

【0094】前段部85aは、直接音用の波形データのinputs DryInと初期反射音用の波形データのinputs ERInを有している。DryInからinputs された波形データは、左右前方及び左右後方の4chに分けられた後、それぞれ乗算部12で乗算され加算部14に inputs される。乗算部12のゲイン係数は、DSPパラメータとして inputs される。

【0095】ERInからinputs された波形データは、ディレイ11bで、DSPパラメータ中の遅延時間に基づき直接音から数〜10数ms遅れて初期反射音としてBPF40に出力される。BPF40は、初期反射音に対して、反射による減衰を模するために設けられている。その後初期反射音は、左右前方及び左右後方の4chに分けられた後、それぞれ乗算部13で乗算され加算部14に inputs される。乗算部13のゲイン係数は、DSPパラメータとして inputs される。

【0096】加算部14では、直接音及び初期反射音を加算合成して後段部85bの加算部19に送る。

【0097】FIRフィルタ15は左耳用フィルタ15L、右耳用フィルタ15Rの2系統を有している。Ch1のFIRフィルタ15Lは、楽音が図13の左前方から左耳に聞こえてくる場合の響きを頭部音響伝達関数によりシミュレートし、Ch1のFIRフィルタ15Rは、楽音が図13の左前方から右耳に聞こえてくる場合の響きを頭部音響伝達関数によりシミュレートする。同様にCh2〜Ch4のFIRフィルタ15L、FIRフィルタ15Rはそれぞれ右前方、左右後方から左右両耳への楽音の伝達を頭部音響伝達関数によりシミュレートする。

【0098】仮想発音位置の方向がこれら基本方向の中間の方向であった場合、基本方向のうちその仮想発音位置の方向を囲む2方向となす角度を算出し、その角度に対応するディレイ11bの遅延時間及びゲイン係数をディレイ11b及び各チャンネルのゲイン乗算器12、13に与える。

【0099】各チャンネルのFIRフィルタ15L、Rから出力された波形データはそれぞれ加算部16で加算合成される。これら加算合成されたデジタルの楽音信号（波形データ）はそれぞれ左右2チャンネルを有するIIRフィルタ41に inputs される。

【0100】IIRフィルタ41は、加算合成されたデジタルの楽音信号の特性を補正するためのフィルタであり、図3の第1の実施例のものと同様のものである。IIRフィルタ41によって補正された波形データは、図16の乗算部87aに出力される。

【0101】以上、本発明の第2の実施例によれば、HRTF再現をインパルス応答畳み込み用FIRフィルタとその後段に配置される周波数特性補正用IIRフィルタによって実現するので、受聴者の嗜好や定位特性の差異に応じてデジタルの楽音信号を補正することができる。

【0102】また、上記受聴者の嗜好や定位特性の差異に応じたHRTFをプリセットすることが出来るので、HRTF再現の設定を容易に行うことが出来る。

【0103】さらに、残響音を含めた定位タイプをプリセットパターンとして記憶することが出来、ユーザはそれを選択することが出来る。

【0104】また、以上のような構成をとることにより、FIRフィルタ及びIIRフィルタを各発音定位位置に関係なく係数固定にすることが出来、図17に示すように前段部85aを入力ライン数分備えることにより小規模な構成で多数の個別音源の定位を実現することが出来る。

【0105】なお、本発明の実施例は、ヘッドホンを用いて受聴する場合を説明したが、図3または図17のIIRフィルタ41の後段にクロストークキャンセラを配置することにより、スピーカでの受聴にも適用できる。

【0106】さらになお、本発明の実施例は、実施例に対応するコンピュータプログラム等をインストールした市販のコンピュータ等によって、実施させるようにしてもよい。

【0107】その場合には、本実施例に対応するコンピュータプログラム等を、CD-ROMやフロッピー（登録商標）ディスク等の、コンピュータが読み込むことが出来る記憶媒体に記憶させた状態で、ユーザに提供してもよい。

【0108】その汎用コンピュータ又はコンピュータ等が、LAN、インターネット、電話回線等の通信ネットワークに接続されている場合には、通信ネットワークを介して、コンピュータプログラムや各種データ等を汎用コンピュータ又はコンピュータ等に提供してもよい。

【0109】さらに、実施例は、1つの装置で実施するだけに限らず、さまざまな装置をMIDIや各種ネットワーク等の通信手段を用いて接続したものであってもよい。また、音源装置や自動演奏装置等を内蔵した電子楽器などで実施例を実施することもできる。ここでいう電子楽器とは、鍵盤楽器タイプ、弦楽器タイプ、管楽器タイプ、打楽器タイプ等の電子楽器である。

【0110】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組合せ等が可能なことは当業者に自明であらう。

【0111】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ヘッドホンによる受聴において十分な臨場感を得ることが出来

る。

【0112】また、楽器配置、受聴空間に応じた効果を選択調整することが出来る。またそれを記憶することも出来る。

【0113】さらに、受聴者、ヘッドホンの種類毎に定位感の調整をすることが出来る。またそれを記憶することも出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施例による音像定位装置のブロック図である。

【図2】同音像定位装置の音像定位方式を説明する図である。

【図3】同音像定位装置の音像定位部のブロック図である。

【図4】同音像定位装置のヘッドホンの外観図である。

【図5】同ヘッドホンに設けられる方位センサの構成図である。

【図6】同方位センサが傾斜したときの状態を示す図である。

【図7】同方位センサの球状磁石体の塗装を説明する図である。

【図8】同方位センサに設けられるフォトセンサの構成図である。

【図9】同方位センサのフォトセンサの濃度検出値と方位角、傾斜（仰角）との関係を示す図である。

【図10】同音像定位装置の係数発生部の動作を示すフローチャートである。

【図11】同音像定位装置の係数発生部の動作を示すフローチャートである。

【図12】IIRフィルタを用いた場合の周波数特性の変化を表すグラフである。

【図13】第2の実施例の音像定位装置における仮想スピーカ位置と音源位置VPを表す概念図である。

【図14】第2の実施例による音像定位装置の基本構成を表すブロック図である。

【図15】第2の実施例におけるデータフローを示す概念的ブロック図である。

【図16】図14のDSP66の機能を表すブロック図である。

【図17】図16の定位制御部(LOC)85の構成を表すブロック図である。

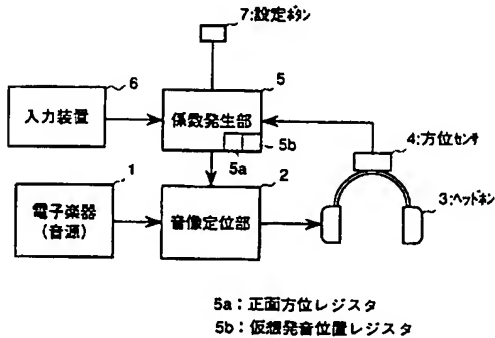
【符号の説明】

2…音像定位部、3…ヘッドホン、4…方位センサ、5…係数発生部、5a…正面方位レジスタ、5b…仮想発音位置レジスタ、6…入力装置、7…設定ボタン、11…ディレイライン、12、13…ゲイン乗算器、15L、15R…FIRフィルタ、16L、16R…加算器、20…コンパス、21…球状磁石体、21a…板状磁石、21b…重り、21c…空間、23…液体、25、26、27…フォトセンサ、28…ケース、30…

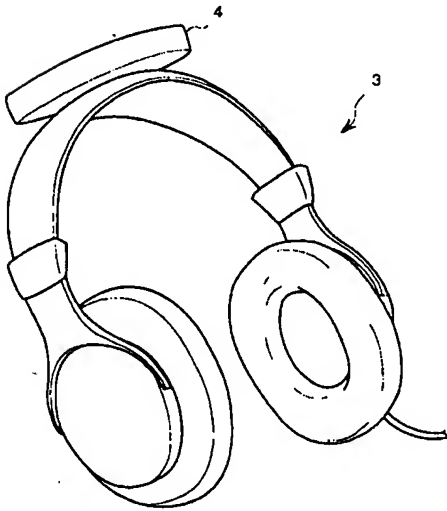
17

LED、32…フォトダイオード、35…フィルタ、
40…BPF、41…IIRフィルタ、51…バス、52…検出回路、53…表示回路、54…RAM、55…ROM、56…CPU、57…外部記憶装置、58…通信インターフェイス、59…音源回路、60…タイマ、62…入力手段、63…ディスプレイ、64…波形RO

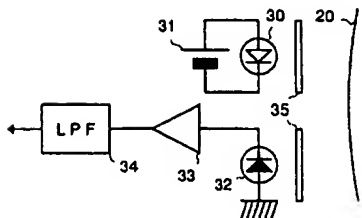
【図1】



【図4】



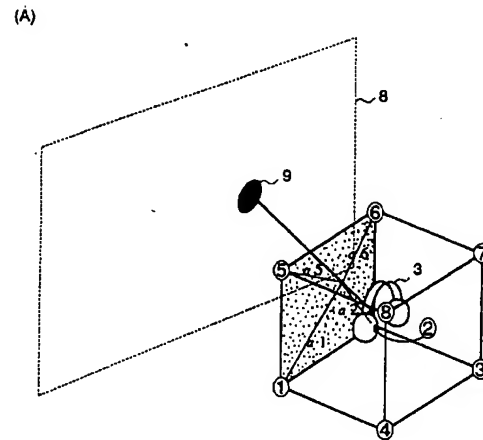
【図8】



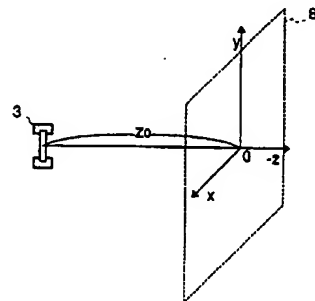
18

M、65…波形読出装置、66…DSP、67…DAC、71…パラメータ入力部、72…パラメータ変換部、73…パラメータテーブル、84、87…乗算部、85…定位制御部、86…残響付加部、88…加算部、89…マスターイコライザ

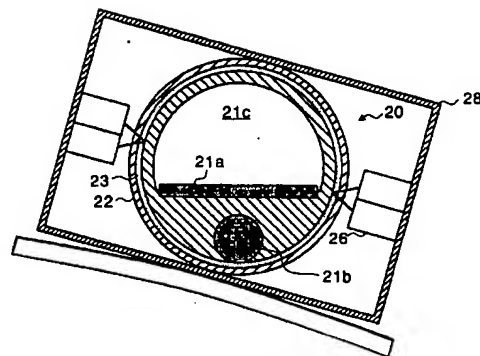
【図2】



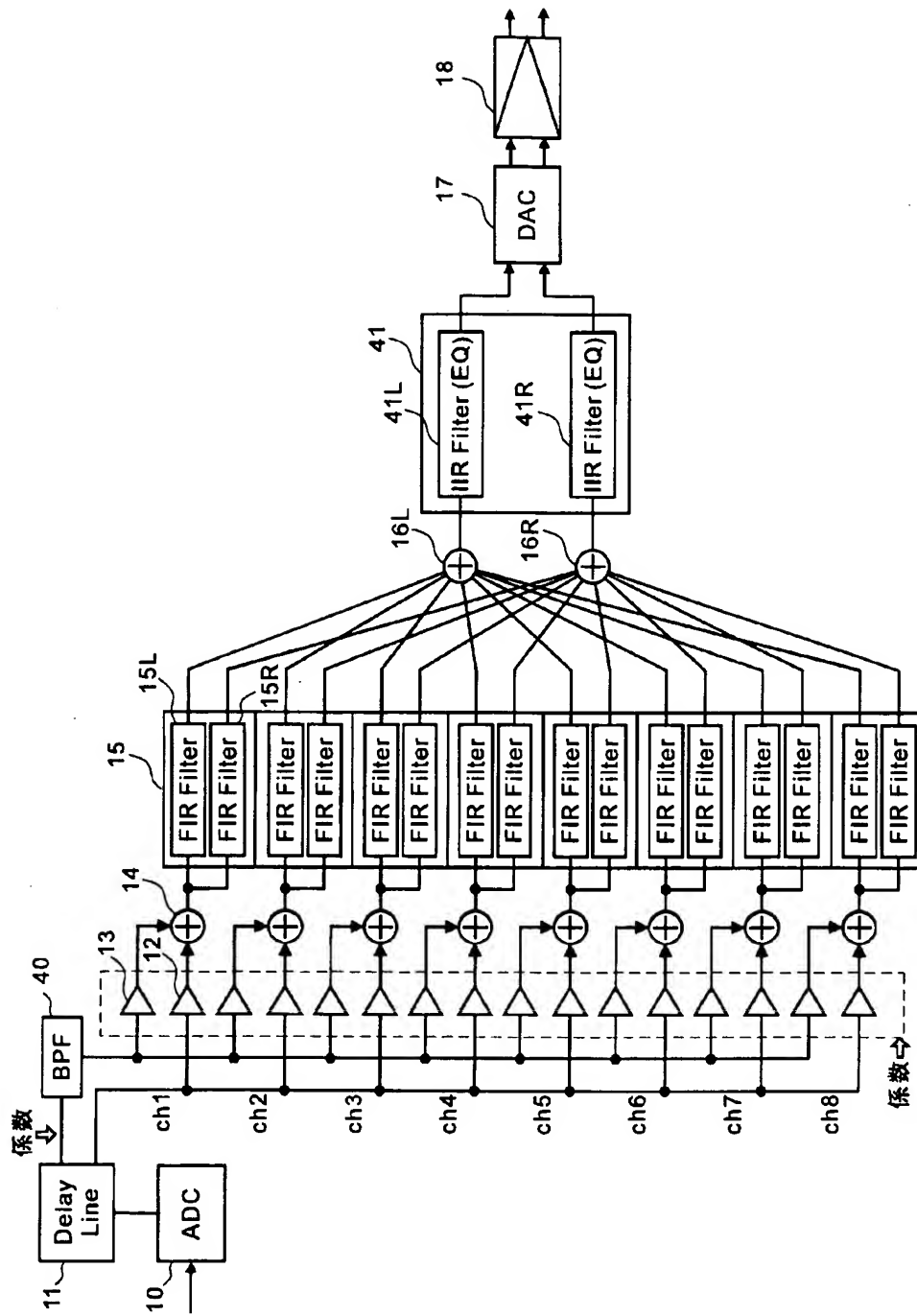
(B)



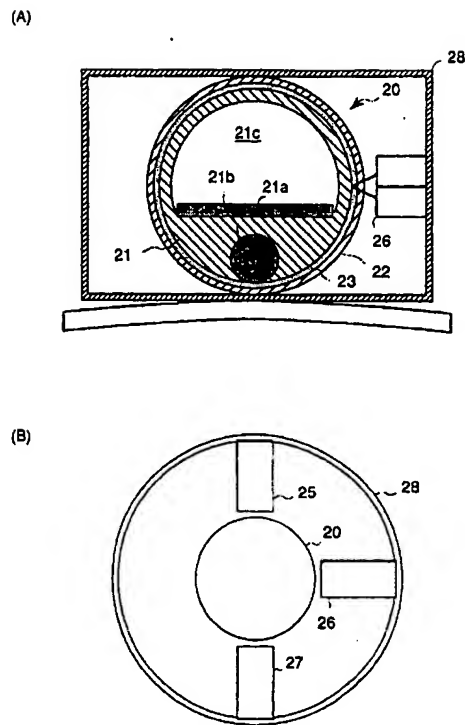
【図6】



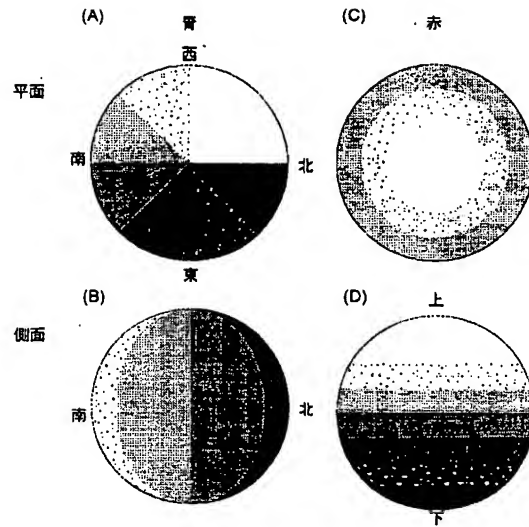
【図3】



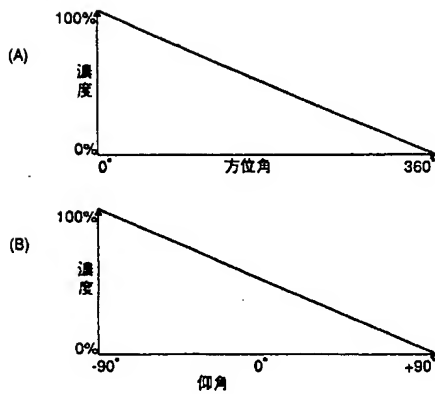
【図5】



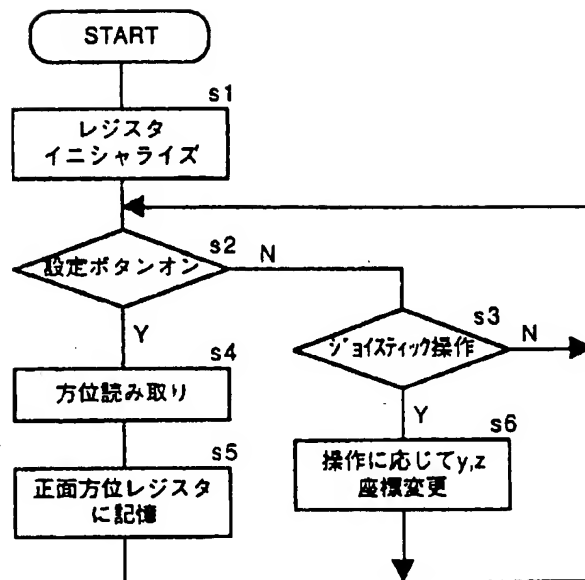
【図7】



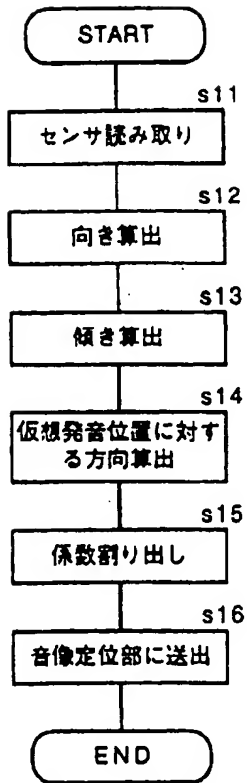
【図9】



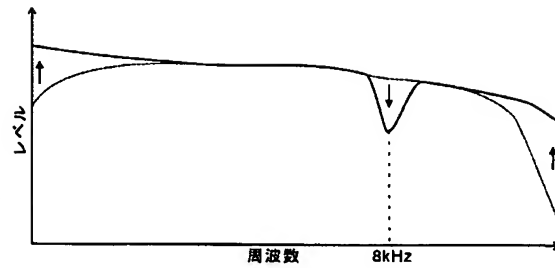
【図10】



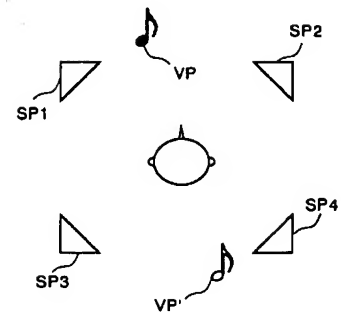
【図11】



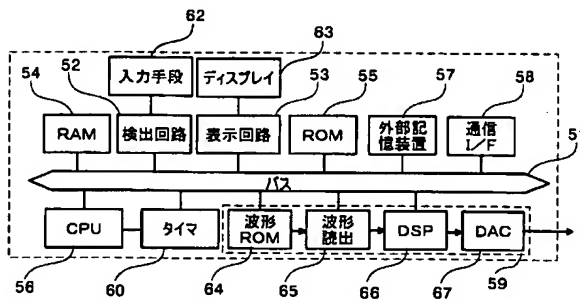
【図12】



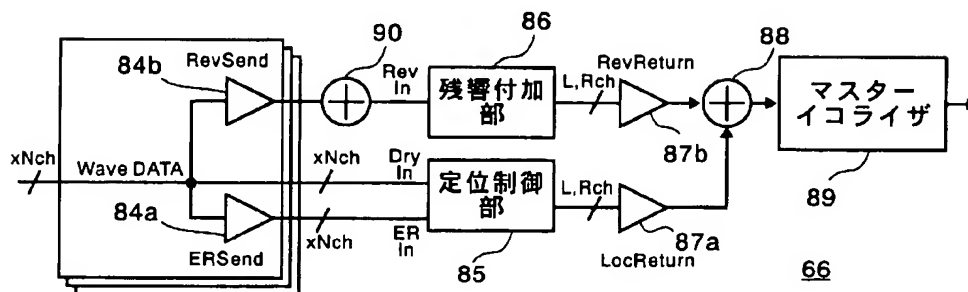
【図13】



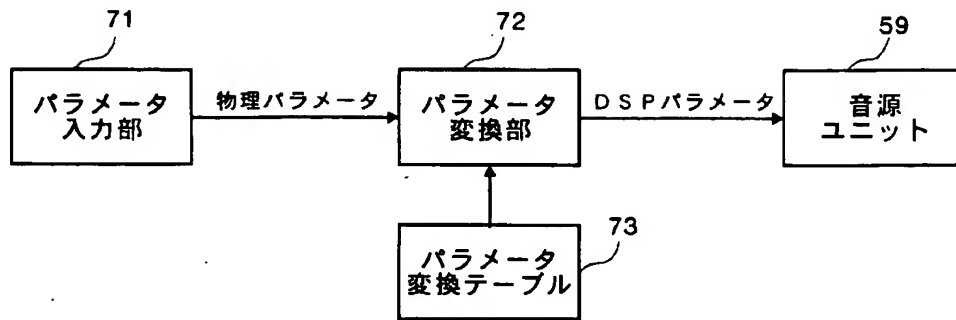
【図14】



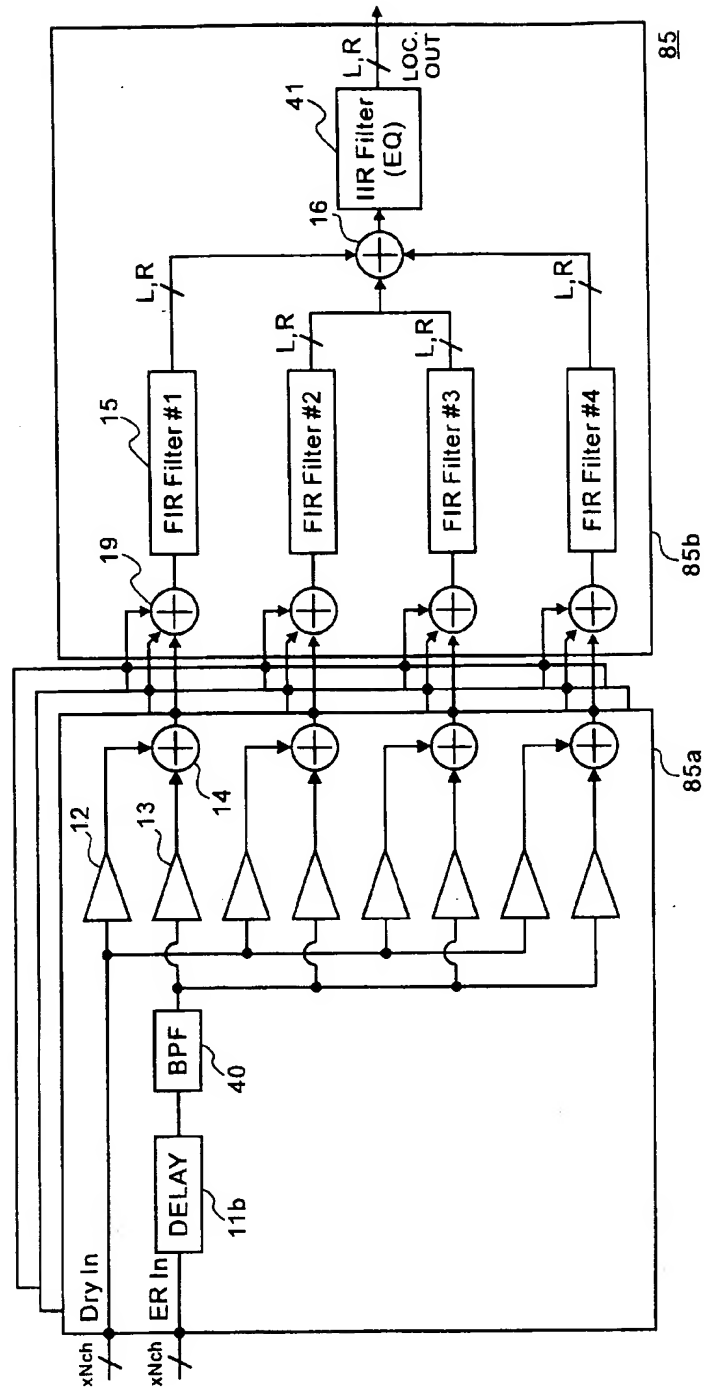
【図16】



【図15】



【図17】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

ターマコード (参考)

H 0 3 H 21/00

H 0 4 R 5/033

E

H 0 4 R 5/033

G 1 0 K 15/00

B

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.